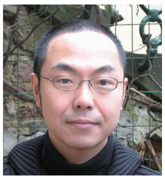
CPD講座
Continuing Professional Development Lecture

生き続ける都市と建築

第4回

南イタリアの石造ドーム建築〝トゥルッリ〟と〝パイアーレ〟

黒田泰介｜関東学院大学建築・環境学部 教授



はじめに

地中海に突き出した長靴型のイタリア半島、そのかかと部分にあたる南イタリア・プーリア地方には、特徴的な石造ドーム屋根をもつ民家「トゥルッリ」が見られる。ユネスコ世界文化遺産に指定されているアルベロベッロ市歴史的中心地区の街なみ［写真1］は、まるでおとぎ話の舞台のようだ。今回はこのユニークな建築について、その特徴を考察するとともに、レスタウロ（再生・修復）の現場でうかがった話を紹介しよう。後半ではさらに同種の石造ドーム建築「パイアーレ」を取り上げて、トゥルッリとの比較考察をしていきたい。

トゥルッリの建築的特徴

アルベロベッロ市内では住宅として使われているトゥルッリ、元々は農村に建つ納屋や家畜小屋の形式であった。現存する建物のほとんどは19世紀半ばにこの地方を襲った地震以降に再建されたもので、近年では住宅をはじめ、別荘やリゾートホテル等への再生も盛んとなっている。

トゥルッリはモルタルを使わず、乾式の空石積みでつくられるのが特徴だ。円錐状のドームを架けた平屋の一室空間を1単位として、これが複数集合して1件の住宅を構成する。建設には地場産の石灰岩のみが使用される。トゥルッリが集中するムルジェ高原は白亜紀の巨大な石灰岩の岩盤上にあり、表土を数mも掘れば石灰岩の成層にあたるため、容易に建設材料を得ることができる。石材を採掘した後の空隙は、雨水を溜める地下貯水槽としても活用される。

トゥルッリの壁厚は1mを越えることも多い。窓など小さい開口は平石や木材のまぐさを挟み、出入口や通路などではアーチを組む。床は厚手の板状に加工した石材=キアンケで舗装される。伝統的なトゥルッリは床も含めて、すべて石灰岩で仕上げられた。

トゥルッリの特徴であるドーム屋根は3重構造になっている［図1］。ドームの内壁は切石を内側に少しづつ持ち出して同心円状に積み重ねたもので、持送りアーチ（コーベルアーチ）を回転させた擬似ドームとも呼ぶべき構造だ。外部は薄手の板材=キアンカレッレを水勾配

写真1　建ち並ぶトゥルッリがつくるアルベロベッロの街なみ

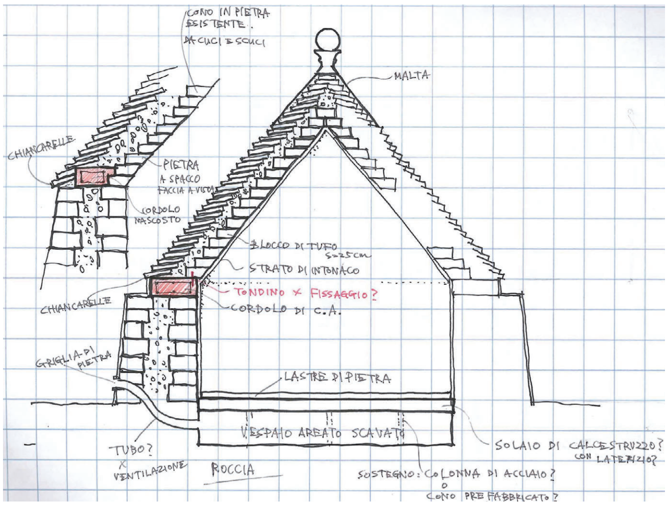


図1　トゥルッリの断面スケッチ

写真2　トゥルッリの石造ドーム内部（アルベロベッロ）

を付けながら積み上げ、内壁との間には砕石が充填される。キアンカレッレは上部へ行くに従って小さくなり、頂部に装飾付きのピナクル（小尖塔）を載せてドームを閉じ、漆喰で固めて防水する。屋根材は経年変化でバクテリアが発生し黒ずんでいくが、内・外壁は住人によって石灰乳が塗り重ねられ、時間が経つにつれて白い外壁とグレーのドーム屋根の強いコントラストが生まれる。室内気温が年間約16〜18度に保たれる石造ドームは断熱性能も高く、雨水の利用、地場産石材の活用も含めて、酷暑・乾燥の風土に適したサステイナブルな造りである［**写真2**］。

トゥルッリのレスタウロ

トゥルッリは昔ながらの素朴なバナキュラー建築であり、修復はもちろんのこと、新築の際も伝統的な工法のみが用いられる。プーリア州政府、イタリア文化財・文化活動・観光省による「プーリア地方の空石積み建築物の保護・修復・介入のためのガイドライン」（2015年2月発行）は、トゥルッリを含む同地方の伝統的な石造建築の保存・修復の方針をまとめている。ガイドラインは歴史的景観の保全を目的とした地域風景計画の枠内で定められたもので、修復における技術的指導ではないが、空石積み建築のレスタウロに求められる具体像を示している。

　ガイドラインは修復時における床材、窓枠、壁面仕上げ、色彩などの基準を示す。新規の大型開口部の設置は、景観の変化につながるため認められない。トゥルッリを週末住宅や観光用貸室として修復する場合は、増築部分を75㎡までに制限するとともに、敷地内の既存建物すべての保存が義務づけられる。また外観では、地域の伝統に合わせた色彩や材料の使用が求められる。屋根形状は円錐形ドームの他、石灰岩で覆った円筒ないしクロイスターヴォールトとし、同地域には見られない瓦葺の勾配屋根の使用は禁じられている。歴史的なトゥルッリが残る地区においては、既存もしくは遺構の修復のみが許可される。郊外ではトゥルッリの新築も可能であるが、地元自治体

写真3　リゾートホテルへの改修が進むトゥルッリの集落（オストゥーニ郊外）

写真4　修復中のトゥルッリ内部で働くトゥルッラーロ（職人）

の定める容積率に従い、平屋で簡素な形態とし、伝統的な屋根形状とすることが求められる。さらにサステイナブル的な観点から、風景計画との関連および建物内外への設備機器導入、また景観破壊につながる屋根面への太陽電池の設置における基準も含まれており、総合的な観点から空石積み建築物の保護・保全が考えられている。

　2015年夏、友人の建築家が担当するオストゥーニ郊外の現場を訪れた。そこでは放棄されたトゥルッリの集落をレスタウロして、リゾートホテルへの再生計画が進められていた［**写真3・4**］。現場で働くトゥルッリづくりの石工＝トゥルッラーロに、保存・修復作業の要点を聞いてみた。

石材…敷地内で古材を100％リサイクルする。室内の木床や扉も再利用して、家具等の材料とする。屋根材のキアンカレッレが不足する場合は、アルベロベッロやロコロトンド等の産地から、硬質で水を吸わない良材を購入する。新築部分では安価で柔らかく作業性が良い凝灰岩（トゥーフォ）も使うが、その場合は漆喰仕上げが前提となる。伝統的なトゥルッリの内部は、石灰岩あらわし仕上げである。

壁体…ムルジェ高原は国が設定した地震リスク分類のレベル4に当たり、地震被害はほとんど考慮されていない。壁体の保全では、石目地への植物の根の侵入が問題となる。クーチ・エ・スクーチ（縫い物）と呼ばれる、壁体の痛んだ箇所のみを取り除き、新材をはめ込

表1　トゥルッリとパイアーレの特徴比較

類型	外部							内部						
	屋根	屋根頂部	テラス	外階段	ペディメント	煙突	装飾記号	平面型	架構	かまど	暖炉	ニッチ	ロフト	アルコーヴ
トゥルッリ	円錐ドーム	ピナクル	×	△	○	○	○	円形or矩形	擬似ドーム	○	○	○	○	○
パイアーレ	ジッグラト	キアンカ	○	○	△	×	×	円形or矩形	擬似ドーム	△	×	○	×	×

んで修復する方法が一般的である。トゥルッリは伝統的に空石積みだが、1800年代後半から一部でセメントが使われるようになった。セメントによる補修は使用箇所のみが堅くなり、全体の構造的安定を損なうために好まれない。鋼製アンカーやRC造による補強は行われない。

ドーム…形状には地域差があり、アルベロベッロでは緩やかな膨らみ、オストゥーニでは急勾配など数種が見られるが、これは地場石材の吸水性の差がキアンカレッレの水勾配に影響したものとみられ、現在は施主や職人の好みで左右されるという。木製のスコヤに刻みを入れて角度を決め、頂部から糸を張って建物外周に沿って回転させ、円錐ドームの外形を決定する。新築のドームでは内部を作業性の良い凝灰岩、外装は石灰岩と、材料を適宜使い分けている。職人一人が2〜3日でドーム1基を完成させる。またドームの構造補強（スラスト対策）のために、ドーム基部へのRC造補強梁の設置が義務づけられている。

　トゥルッリのレスタウロにおいては、地場材料へのこだわりと伝統的な職人技の活用、さらに風土と立地に合わせた適切な法規制とが合わさって、特徴的なバナキュラー建築の存続に貢献していることがよくわかった現場であった。

空石積み石造建築の類型——パイアーレ

地場産の石灰岩を乾式で積み上げた建造物はさまざまなバリエーションがあるが、特にイタリア半島のかかとの先端、サレント半島の農村部には、パイアーレと呼ばれる特徴的な類型が存在する。円錐形の屋根をもつトゥルッリに対して、パイアーレは多くは1〜2層のジッグラト状で、平面は円形ないし矩形、上部が平らな円錐台または角錐台をなす。オリーブ畑の中に点在するパイアーレの姿は、あたかも飛来したUFOが着陸したかのようだ［写真5］。

写真5　頂部にハト小屋を備えた、大規模なパイアーレ（サルヴェ市内）

　パイアーレは納屋や農具置き場や、農繁期における小作農の一時的な休憩・宿泊所として、またパリアイとも呼ばれるように藁束（パリア）や農作物の保管所として利用されてきた。トゥルッリと異なり、永続的な住居としての利用はほとんど見られない。現在ではその多くが放棄され、物置と化しているものも多い。

　ジッグラト状の外観は、この建物が農業用施設であるゆえの形状である。リング状に積み重なった屋上テラスは、イチジクやパプリカ、トマト等を天日干しするためのスペースとして使われた。各テラスをつなぐ外階段は、正面入口から左右対称に配されるが、これは乾物づくりの作業用に昇りと降りの動線を分けるためといわれる。

パイアーレの建築的特徴

トゥルッリとパイアーレを比較してみよう［表1］。パイアーレ内部はトゥルッリと同様、持送りアーチによる擬似ドームが架かる単室空間である。建物規模によって異なるが、壁厚は総じて1.5〜2m程あり、基本的に出入口以外の開口部をもたない。大規模なパイアーレでは最大5層、直径14〜15m、高さは7〜8m、1層目の壁厚は5〜6mにも達し、その堂々たる姿は地域のモニュメントとなっている。

　自作農の住宅として進化したトゥルッリは、屋根面に魔除けの装飾記号が描かれたり、内部にはかまどと煙突を備えた専用の厨房空間（フォコラーレ）や寝室用のアルコーヴ、物置として使われるドーム下のロフト階など、居住に必要な各種設備が設けられている。対してパイアーレは、小作農たちが食事をつくるための簡易なかまどが建物外部に隣接する程度だ。またトゥルッリではドーム頂部に装飾的なピナクルが配されるが、パイアーレは頂部もテラスとして使うため、キアンカ（平石）で塞がれている。

　トゥルッリはドームが架かる単室が複数集合して、一体となって1件の住宅を構成する。このため室の平面形は隣接しやすく矩形に、また円錐形ドームは稜線をゆるやかに繋げて連続した屋根面をもつようになった。パイアーレの場合は単体で、独立して建つのが通常である。

　1層目の壁厚は数mに達するため、入口は自ずとトンネル状の通廊となる。入口の天井には、古いものは持送りや三角アーチ、新しいものは半円筒ヴォールトを設ける。扉はオリーブの木でつくられ、開

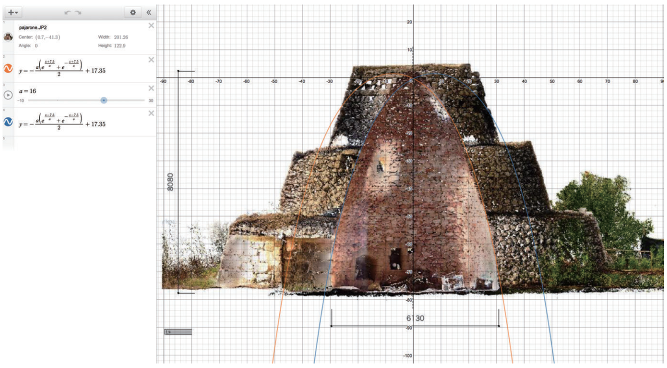


図2　パイアーレ内部のドーム形状の分析。カテナリー曲線との照合

図3　ゲストハウスに再生されたパイアーレ（サルヴェ市郊外）。3Dスキャンによる俯瞰図

口部の上下に孔を穿って軸受けを設ける。

パイアーレの建設は、安定した地盤上に平面形を描き、地場産の石灰岩切石を高さ1.5〜2mに乾式で垂直に積み上げる。その後、壁体から内側へ徐々に、同心円状に石を迫り出させながらドームを架けていく。結果、パイアーレ内部のドームは持送りアーチの回転体となる。

トゥルッリのドームは建設年代が新しくなるにつれて直線的な円錐形へ近づくのに対し、パイアーレの内部ドームは建物規模にかかわらず、概ね紡錘形を描く。大規模なパイアーレの内部空間はゴシック建築のごとく垂直性が強調され、迫力がある。こうしたドームの形状は、持送りアーチの力学的限界と石材の強度に因っている。

農民たちがどのようにドーム形状を決定し建設したのか、資料が残っておらず詳細は不明である。しかしながら、パイアーレの修復を数多く手がける地元の建設業者から興味深い説を伺った。彼によれば建物内部に葦を垂直に立て、しなった茎の描く曲線に沿って石を積んでドームをつくったという。

線密度が一定な葦の繊維が自重のみで垂れ下がる場合、カテナリー曲線に相似したラインを描く。ドーム形状の基準となる尖頭アーチは、2本の葦を地面に固定した後、双方の頂部をゆるく結んでしならせてつくることができる。ドーム建設の型枠としては、複数の葦を組み合わせて鳥かごのような立体を用意したものと思われる。こうしたことからドームの形状は、2本のカテナリー曲線をずらして重ね、中央にできる紡錘形の回転体に近しくなるものと考えられる。3Dスキャンにて実測したパイアーレのドーム形状に、鏡像関係にある2本のカテナリー曲線を重ねると、ドーム断面は2曲線が重なる中央に現れる紡錘形にほぼ一致する［図2］。パイアーレの建設において、ゴシック聖堂のごとくコンパスを使って設計し、原寸の型紙をつくって施工したとも思えず、地元で容易に入手可能な葦を使ったドームの工法、かなり信憑性のある説と思えた。

最後に小規模なパイアーレをゲストハウスに改修した事例を紹介しよう。サルヴェ市の郊外にあるマッセリーア（荘館）に住む、レッチェ大学教授の自宅を訪れた。オリーブ油の搾油所を備えた立派な屋敷を中心とする敷地内には、円形平面の麦打場や低層のパイアーレが散在する。珍しくも居住空間へとレスタウロされたパイアーレは、円錐台の裾野にカーブした水廻りを設けた、天井の高いワンルームに生まれ変わった［図3］。ドーム上部のキアンカは撤去し、代わって開閉可能なアクリルドームのトップライトを設け、室内唯一の開口部となっている。上空から入射する自然光は真っ白く塗られたドーム内壁を明るく照らし、気持ちの良い室内をつくっていた。

図版出典…すべて著者撮影・作成

くろだ・たいすけ
1967年東京都生まれ。1995〜98年M.カルマッシ建築設計事務所。2000年東京芸術大学大学院修了。博士（美術）。関東学院大学建築・環境学部教授。専門は建築再生計画（レスタウロ）。著書に『LUCCA 1838』（Maria Pacini Fazzi Editore、2008年）、『イタリア・ルネサンス都市逍遙』（鹿島出版会、2011年）、共著に『リノベーションからみる西洋建築史』（彰国社、2020年）など

自習型認定研修の設問

設問 1

伝統的なトゥルッリをつくるための石材は次のどれか。

a. 凝灰岩
b. 安山岩
c. 石灰岩

設問 2

トゥルッリやパイアーレの石造ドームをつくる架構方法は次のどれか。

a. 持送りアーチによる疑似ドーム
b. ペンデンティヴによる半円ドーム
c. 外殻と内殻に分離した2重殻ドーム

認定教材の設問への回答は、
CPD情報システムのページ
https://jaeic-cpd.jp/
にアクセスのうえ、お願い致します。
※不正解の場合は、単位に登録できない場合があります。
※自習型教材の選択欄における会誌『建築士』選択項目は、平成28年1月より建築士会会員のみの表示項目になります。